第1章 ボード設計の世界へようこそ！

――新人技術者に必要な最低限の知識と業界動向

嶋田茂晴

ここでは新たにボード設計の世界に入ってくる新人エンジニアを対象に，プリント基板や電子部品，回路設計者との間でやりとりする設計情報などについて解説する．また，ボード設計者を取り巻く環境についても説明する．日本の技術者の人件費は，中国や東南アジアの技術者と比べると高い．そのため，技術力を磨いて開発のトータル・コストを抑えることが求められている．問題意識をつねに持ち，回路設計者に対して有効な手法や解決策を提案できるようにならないと，ボード設計者として生き残れないという．（編集部）

プリント配線板（以下，ボード）は，パソコンや携帯電話などの情報家電機器から，自動車，ロケットまで，電子回路を搭載するあらゆる機器に組み込まれています．ここでは，これからボード設計の世界に踏み込もうとしているフレッシャーズのみなさんを対象に，初心者に必要な基本的な知識や注意点を，技術面だけでなくしごとの環境面なども含めて紹介していきます．

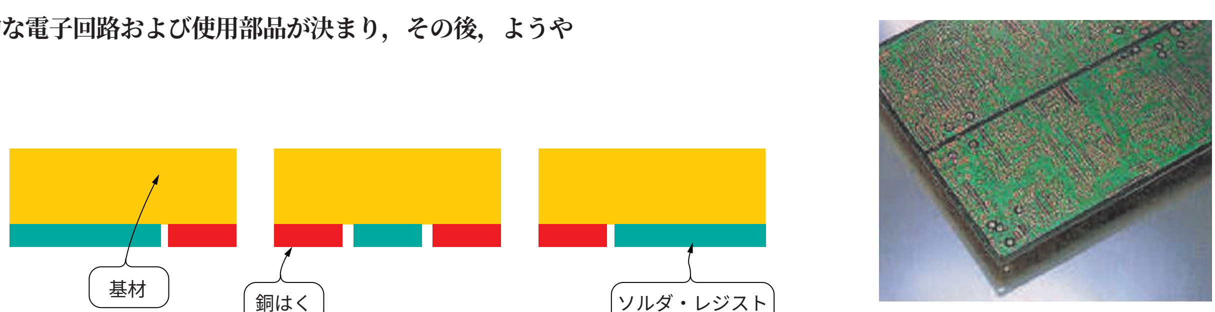
ボードの仕様が決まるのは，設計工程の中では中盤以降となります．すなわち，機器のコンセプトが最初に検討され，次に筐体のデザインが決まり，そして機能要求から具体的な電子回路および使用部品が決まり，その後，ようやくボードの仕様が決まります．ボードの設計期間と完成度は，機器全体の開発期間や製品の発売時期に大きく影響します．

望ましいこととは言えませんが，ボード設計の途中では回路の変更や使用部品の変更が，あたりまえのように発生します．筐体の外形に変更があった場合には，ボード設計を最初からやり直さなければならないこともあります．しかし，開発スケジュールへの影響は最小限にとどめなければなりません．

最終的には，技術力と根気，体力勝負になりがちなのですが，ボード設計のプロフェッショナルとしては，これを少しでも緩和するためのくふうが必要です．

1 プリント基板の種類

ボードには，片面基板，両面基板，貫通多層基板，IVH（interstitial via hole）構造の多層基板，ビルドアップ基板などがあります．また，ポリイミド素材などのフレキシブル基板（折り曲げられるやわらかい基板），フレキシブル基



（a）断面構造　（b）外観

図1　片面プリント配線板の構造

クラフト紙とフェノール樹脂などの基材の片面に銅はくを接着した構造に対してエッチングを行い，回路を形成している．部品実装（はんだ付け）と回路保護のためにソルダ・レジストを塗布し，部品シンボルや文字などのマーキング印刷を行う．穴あけや外形加工は，機械加工と金型加工によって行う．

板とリジット基板（堅い基板）を組み合わせた構造の基板に対する要求も，携帯機器などを中心に高まっています．

以下では代表的な基板の構造や特徴について説明していきます．

● 片面基板：安価で量産が可能だが，設計難易度は高い

片面基板は安価で大量生産が可能であるため，AV（audio visual）機器製品を中心に利用され，生産は海外が主となっています．片面基板の構造を図1に示します．製造工法的に線幅/間げき，レジスト精度，加工条件などの制約が多く，柔軟に仕様を変更できないので，製造仕様の確認を怠ると後で痛い目に会ってしまいます．要求される回路を1層の配線だけで構成しなければならず，どうしても配線密度は低くなります．そのため自由度が少なく，ボード設計としては難しい部類に入ります．

片面基板の設計では，部品の搭載範囲や角度などの実装制約を確認しておく必要があります．回路規模にもよりますが，回路と回路をつなぐジャンパ線を適宜活用しながら配線設計を行います．電子部品と同じように，ジャンパ線も自動実装機で実装します．そのため，ジャンパ線のピッチ（長さ）や隣接部品に対する制約があり，注意が必要です．コストの観点から，ジャンパ線のピッチは1種類，数は最小限であることがベストなのは言うまでもありません．

回路図の流れに沿った部品配置や，有利な配線の引き回し，ジャンパ線の効果的活用を十分に検討することはもちろんですが，それでも限られたスペースに搭載部品が入らない場合が出てきます．初期の試作段階では，リード線による結線が許されるケースもありますが，最終的にはこうした配線を“ゼロ”にする必要があります．

片面基板の設計はボード設計の基本であると筆者は考えていますが，現在では実際の業務で経験することは少なくなっています．

● 両面基板：自由度が高くて初心者向け

両面基板は，家電機器，各種電源装置，コンピュータ周辺機器，AV機器，自動車など，幅広い分野で使用されています．両面基板では，2層の配線層や細い配線パターン，スルー・ホール（ビア）を利用できます．両面基板の構造を図2に示します．

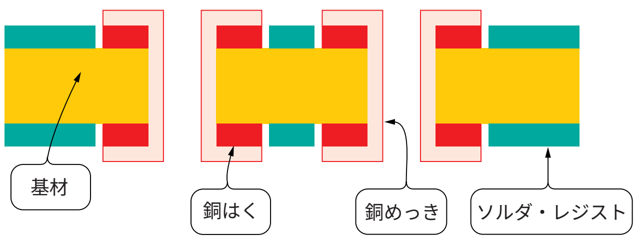
両面基板やそれ以上の層数の基板では，部品の実装工程やはんだ付け工程の制約により，1層と2層で実装できる部品や角度，面実装部品（SMD：surface mount device）のパッド形状などが異なることがあります．

実務では，初心者は片面基板の設計よりも両面基板の設計から始めるケースが多いと思われます．片面基板と比べて製造仕様の自由度は高くなりますが，コストに影響するので事前の仕様の確認は必要です．最小線幅/間げきやランドに対するレジストずれ公差，ビア径によってボードのコストは変わります．そのため，コストを意識した設計仕様の検討が重要になります．

● 多層基板：グラウンド層で高速信号やEMIに対処

貫通多層基板は，情報家電機器やパソコン，自動車の基幹部品などに用いられています．両面基板よりも実装密度を向上させることができます．また，グラウンド層を設けることにより，マイクロストリップ線路やストリップ線路の信号線を形成できます（図3）．このため，高速信号の波形品質（シグナル・インテグリティ）の確保やEMI（electro-magnetic interference；不要電磁波）対策などの面からも多層基板は有利です．4層の貫通基板の構造を図4に示します．

IVH構造（基板を貫通せず，層と層の間を接続するビア）がある場合は，コストが上昇します．その一方で，ビアが貫通多層基板のものより小径になり，また，内層のビアと同じ位置の表面（または裏面）にランドを配置できるため，



（a）断面構造

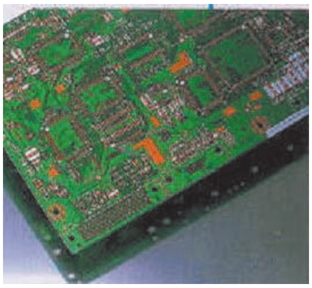
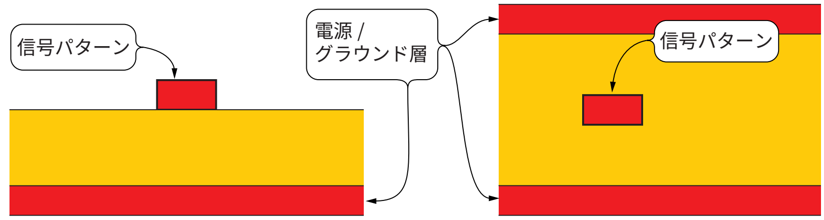

（b）外観

図2 両面プリント配線板の構造
ガラス繊維とエポキシ樹脂などの基材の両面に銅はくを接着した構造に対して穴あけ，めっき，エッチングを行い，回路を形成している．部品実装（はんだ付け）と回路保護のためにソルダ・レジストを塗布し，部品シンボルや文字などのマーキング印刷を行う．穴あけは機械加工で行う．外形加工については，機械加工と金型加工が併用される場合がある．

図3
マイクロストリップ線路とストリップ線路の断面構造
高速信号用の配線パターンの多くは，図のような断面構造の伝送線路を採用している．このような構造の場合，配線パターンの特性インピーダンスを計算しやすく，インピーダンス制御を行いやすい（信号の反射やノイズへの対策が容易になる）．



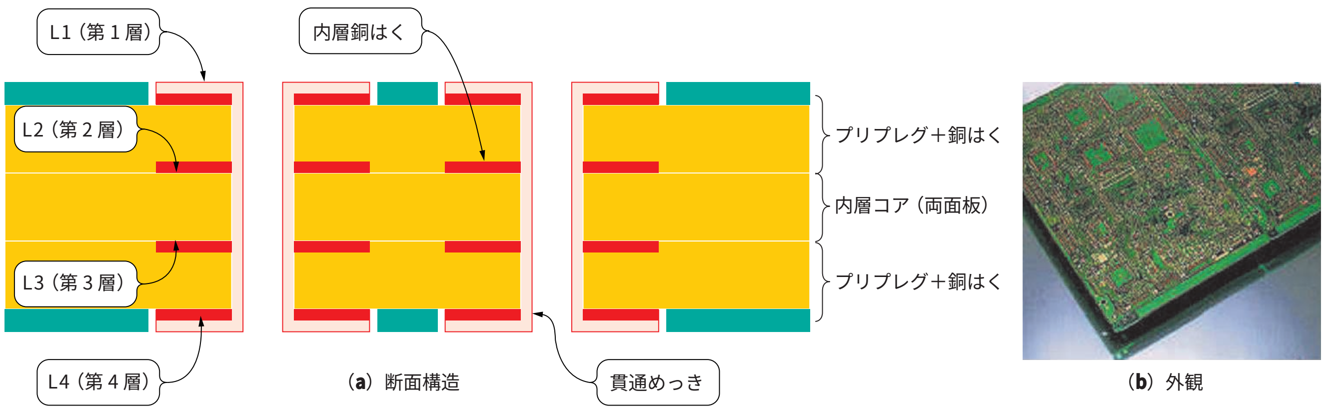


図4　4層貫通プリント配線板の構造
両面銅はくの基材に回路を形成した後，絶縁と接着を兼ねたプリプレグを用いて銅はくを接着する．その後，両面プリント配線板と同じ工程を利用する．

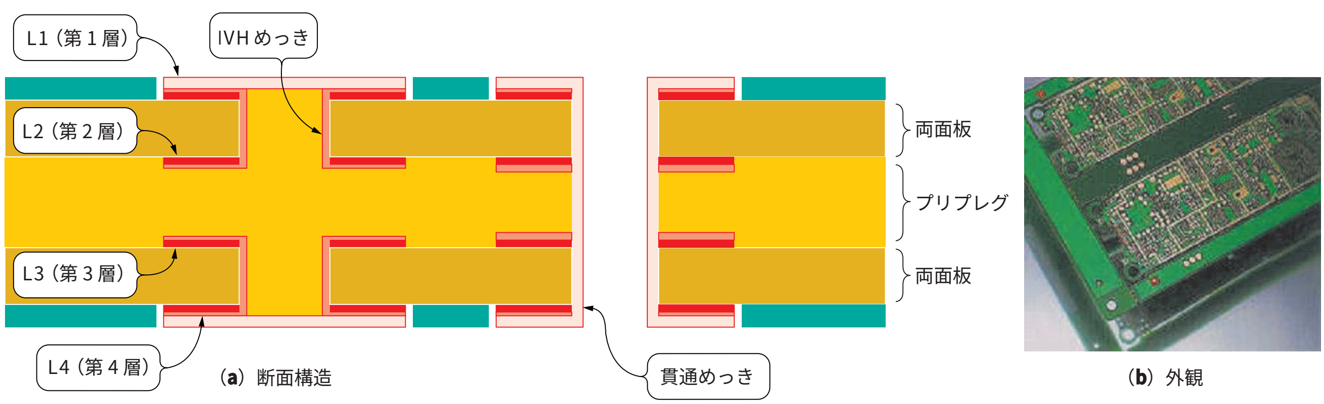


図5　4層IVHプリント配線板の構造
L1，L2とL3，L4のそれぞれ2枚の両面プリント配線板の工程を，穴あけ（IVHになる），めっき，L2，L3の回路形成まで進め，プリプレグを間にはさんで積層する．その後，貫通ビアの穴あけを行い，めっきとエッチングを行う．表層はめっき工程が2回あるため，細線化には不利になる．IVHの上に面実装部品のパッドを設けることができる．

貫通多層基板よりも実装密度を向上させることができます．4層のIVH基板の構造を**図5**に示します．

● ビルドアップ配線板：日本メーカの製品競争力の源泉

ビルドアップ配線板は，電子部品やLSIパッケージの小型化に対応したボードです．製品としては，携帯電話やディジタル・カメラ，ディジタル・ビデオ・カメラ，ノート・パソコン，DVDレコーダ，携帯型音楽プレーヤなどに利用されています．また，車載用として，カー・ナビゲーション機器で多くの実績があり，一部，重要保安部品などにも使われ始めています．小型化や多機能化を実現するため，今後，さらに適用範囲が広がると期待されています．ビルドアップ配線板の分野では，日本の基板メーカが技術力や開発力の主導権を握っています．ビルドアップ配線板の構造の例を**図6**に示します．

ビルドアップ配線板の製造仕様はメーカによって異なっています．そのため，製造面での柔軟性は低くなります．基板構造やコスト，ボードの特徴を十分に理解して，採用

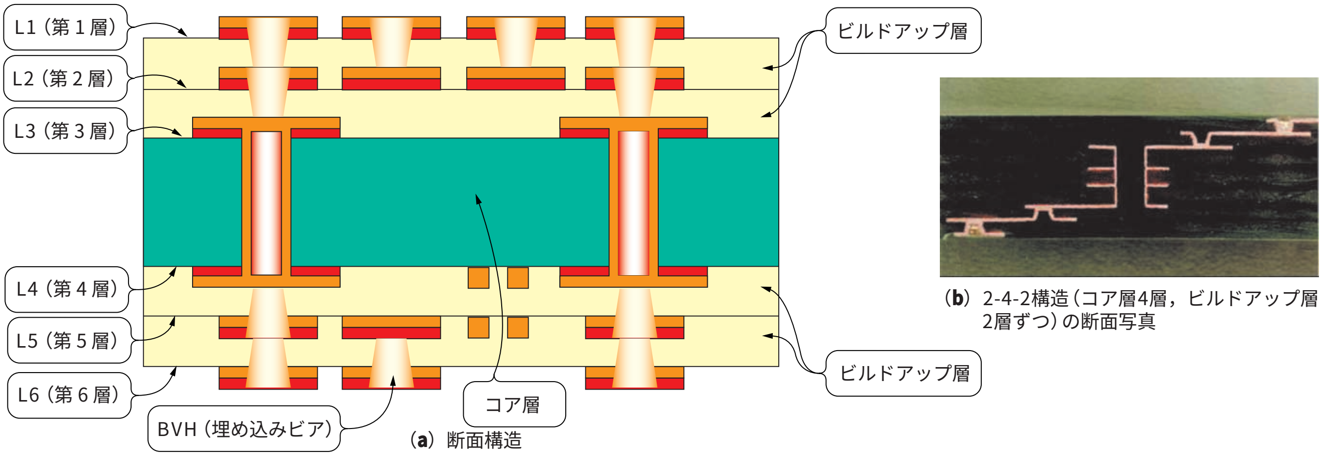


図6　ビルドアップ・プリント配線板の構造
両面基板（コア層）に，プリプレグなどと銅はくを積層するか，または接着剤付き（絶縁も兼ねる）の銅はくを順次積層し，エッチング，レーザ穴あけ，めっきを繰り返して製造する．メーカによって工法が異なるため，事前に製造仕様を確認することが重要．

するべきかどうかを検討する必要があります．

一見，ボード設計の自由度は高いように見えますが，ボードの大きさと比べて実装する回路規模は大きく，実装密度を高めることが要求されます．また，ノイズなどの電気的要求が多岐にわたり，実際にはかなり難度の高い設計になる場合がほとんどです．

● やわらかい基板に注目，回路機能を内包する基板も登場

最近，注目を集めているのがコネクタとしての機能を持つフレキシブル基板です．ポリエステルやポリイミドといった素材を用い，片面，両面，多層の構造があります．高速信号伝送や部品実装にも対応できます．

また，プリント基板の内層に抵抗やコンデンサなどの電子部品，あるいはLSIチップを埋め込む3次元実装技術の開発も進んでいます．素材をくふうして，基板上に電子部品と同等の特性を持つ素子を形成する工法の開発も進んでいます．

ただし，現段階では，こうした新しいタイプの基板を採用すると，製造コストが増大します．そのため，これらの技術が製品の競争力を高めるような局面でのみ採用されています．

2 電子部品の種類

ボード設計者には，電子回路を正確に読み取り，確実に動作する回路パターンを設計することが求められます．初心者のみなさんは，まず，個々の部品の役割を理解するところから始めましょう．基本的な電子部品について，ボード設計の観点からコメントしていきます（電気的な働きや，部品を組み合わせたときの回路としてのふるまいについては，専門の教科書などを参照していただきたい）．

● 抵抗：面実装タイプが主流に

抵抗は電流を流れにくくする部品です．極性はありません．回路図上では「R」で示されており，抵抗値や定格値も併記される場合が一般的です．カーボン抵抗や金属皮膜抵抗，ホーロー抵抗，セメント抵抗などの種類があり，温度によって抵抗値が大きく変化するサーミスタも抵抗の一種と言えます．

形状は，挿入実装タイプと面実装タイプに区分できます．とくに大きな定格電流を必要としない回路では面実装タイプが主流となっており，3216（外形寸法が3.2mm × 1.6mm），1005（同1.0mm × 0.5mm）のように，大きさに応じた名称が付いています．

抵抗は，実際の回路の中では，電圧降下や電流の分流，ダンピング抵抗，プルアップ/プルダウン抵抗，電圧バイアスなどの用途に用います（図7）．

● コンデンサ：極性があるものとないものがある

コンデンサには電荷を蓄える作用があり，極性のあるものとないものがあります．通常，充放電を繰り返し，交流を通して直流をカットします．ただし，有極性のコンデン

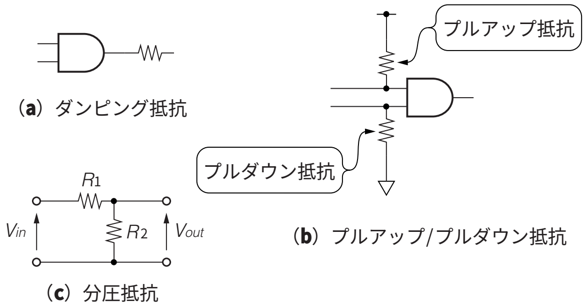


図7　抵抗の使用例

ダンピング抵抗は，信号の立ち上がり/立ち下がり時の瞬間的で大きな電圧変動を抑制する．プルアップ/プルダウン抵抗は，信号が流れなくなったときに電圧が不安定にならないようにする．分圧抵抗は，信号電圧を一定の割合で減衰させる．

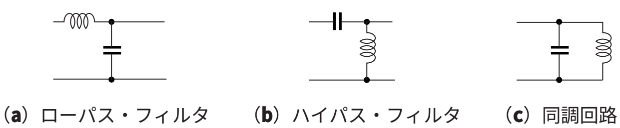


図9　コイルとコンデンサの組み合わせ回路

いずれもコイルとコンデンサの共振を利用している．ローパス・フィルタは高周波を，ハイパス・フィルタは低周波を減衰させる．同調回路はラジオなどの選局を行う回路で，特定の周波数以外のものを減衰させる．

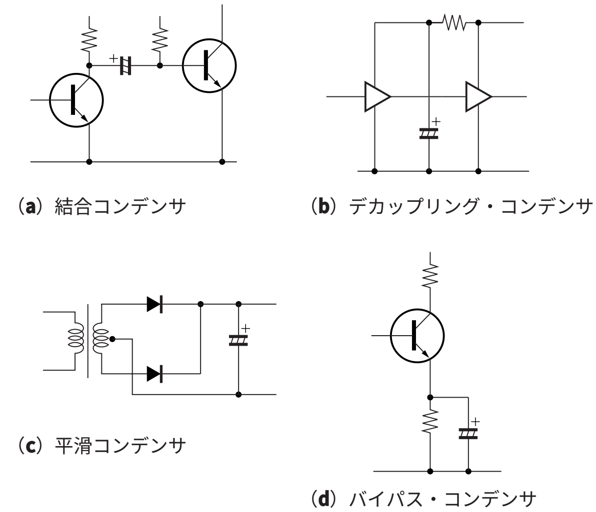


図8　コンデンサの使用例

(a)の結合コンデンサは回路を交流的に結合させるときに，(b)のデカップリング・コンデンサは電圧変動から微小電流回路を保護するときに使う．また，(d)のバイパス・コンデンサは利得の低下防止や低域での周波数特性の制御の目的で使用する．

サの場合，わずかですが直流を通します．そのため，配置設計の際には，極性に注意を払う必要があります．

代表的なコンデンサには，セラミック・コンデンサ，フィルム・コンデンサ，タンタル・コンデンサなどがあります．セラミック・コンデンサは薄い磁器を積み重ねた構造をとっており，GHzオーダの高周波回路にも使用されます．フィルム・コンデンサはマイラ・フィルムやポリエチレンなどのフィルムを材料としており，MHz以下の周波数の回路で使用されます．タンタル・コンデンサはTa(タンタル)の粉末を焼結して作られており，500kHz以下の電源回路などに用いられます．タンタル・コンデンサは高価ですが，小型化が可能です．また，極性があるので取り扱いには注意が必要です．

このほか，アルミはくと電解液で構成されているケミカル・コンデンサ(電解コンデンサ)があります．外形は大きくなり，特性は劣りますが，大容量のものを安価に製造できます．タンタル・コンデンサと同じように極性があります．

コンデンサの用途は多岐にわたります．例えば，回路を交流的に結合させる結合コンデンサ，電圧変動から微小電流回路を保護するデカップリング・コンデンサ，電流の脈流を少なくする平滑コンデンサ，利得の低下防止や低域での周波数特性の制御を目的としたバイパス・コンデンサなどの用途で用いられます(**図8**)．

● コイル：コンデンサと組み合わせる場合が多い

コイルは銅線を巻いた構造をとります．一般に，極性はありません．直流電流が流れると磁界が発生し，止まると逆起電力が発生します．交流の場合，これが繰り返されることになり，電流を流しにくくなります．コンデンサと組み合わせて，同調回路やフィルタ回路を構成します(**図9**)．

ボード上の配線パターンもL，C成分を持っています．特性インピーダンスの整合を考慮する場合を除いて，L，Cの影響を少なくするため，配線パターンは「太く，短く」が基本となります．

● ダイオード：極性に注意

回路記号の矢印が示すように，ダイオードは1方向にだけ電流を流します(**図10**)．P型半導体とN型半導体を接合した構造をとります．用途としては，整流，検波，過電流防止などがあります．

ダイオードの逆方向の電圧を増やしていくと，ある電圧で電流が流れ出します．この特性を利用して定電圧回路を実現するのがツェナ・ダイオードです．印加する電圧によって容量が変化する特性(低電圧時は低容量，高電圧時



図10　ダイオードの端子と電流方向
ダイオードでは，回路記号の矢印と同じ方向にだけ電流が流れる．

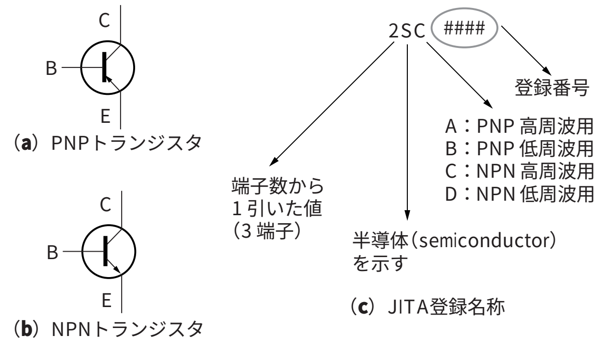


図11　バイポーラ・トランジスタの端子名と種類
バイポーラ・トランジスタは，P型半導体とN型半導体をPNP接合またはNPN接合した構造をとる．接合方法によって，回路図記号が異なる．

は高容量）を利用して同調回路などを実現するバリキャップ・ダイオードもあります．

● トランジスタ：3端子で増幅回路を構成

トランジスタは，P型半導体とN型半導体をPNP接合またはNPN接合した構造をとります．図11に示すバイポーラ・トランジスタのほか，FET（電界効果トランジスタ）もあります．トランジスタは増幅回路に用いられます．

バイポーラ・トランジスタの場合，エミッタとベースの間に電圧をかけると，ベース-エミッタ間に電流が流れ，電流増幅率に比例した電流がコレクタ-エミッタ間に流れます．この電流増幅率をh_{FE}で示します．エミッタ接地の直流増幅率をβと表現する場合もあります．

トランジスタに増幅させるためには，順方向に0.7V以上の電圧を印加する必要があります．これをバイアス電圧と言います．

3　回路設計者との情報共有とCAD運用

電子機器の開発サイクルが短くなった昨今では，回路設計者自身がボード設計を行う例は少なくなっています．そのため，回路設計者がボード設計の詳細を把握しにくく，また，ボード設計に必要な資料やデータなども充実しているとは言えません．

このような状況では，ボード設計者と回路設計者の間で円滑なコミュニケーションを図ることが重要になります．以下では，ボード設計者と回路設計者の間でやりとりする設計情報について，注意すべき事項を説明します．

● 回路図には回路設計者からの指示や注意事項を書き込む

回路図は，電子回路上の部品ピンの接続を示した図です．ボード設計では，電流量に応じた配線パターンの太さや配線長，信号の流れに応じた部品配置が求められます．これらの情報が明確でない場合は，回路設計者に確認し，重要な項目は回路図上に追記するなどの対処が必要になります．

こうした情報を明確にしていないと，設計の手戻り（作業のやり直し）が多くなり，むだな時間が発生するばかりか，会社の信頼まで失うことになります．また，回路設計者が求めている仕様をボード上で実現できない場合（このようなケースはわりと多い），要求事項の優先順位を確認し，こちらからボードの仕様案を提案しながら解決していくことになります．

最近では，回路図をPDF（Portable Document Format）などの図面データとCAD（computer aided design）用ネットリストの形態で支給されることが多くなっています．回路図の図面データはただ漫然とながめるのではなく，プリントアウトして，回路設計者からの指示やボード設計上の注意点を自身の手で記入していくことをお勧めします．

● 部品表に必要情報のもれがないかを見る

部品表には，ボード上の部品の品番（R1，C1など），メーカ名，型名，形状などの部品情報，および部品実装面の制約などが記載されています．ボード設計には必要のない項目（回路設計者にとっては必要な項目）が含まれていることもあります．ボード設計者は，ボード設計に必要な情報がもれていないかどうかをきちんと確認しなければなりません．

最近では，部品メーカのホームページなどで，部品の型名からその形状や電気的特性を検索することができます．ただし，特殊部品やカスタム部品については，部品の形状を確認するために，製造元に部品カタログの提示を求める必要があります．形状不明の部品があると，ボード上での部品の干渉（部品どうしがぶつかって実際に配置できない状況）が発生する危険があります．

● 基板形状図面の基準面を要確認

ボードの外形は，基板形状図面から読み取ります．このとき，ボードの形状や寸法，各種実装・配線制限事項が明確に表されていること，図面がどの面から示されているか（例えば，部品面から，第1層から，など）が書かれていること，寸法公差が指示されていることなどを確認しておきます．とくに図面における基準面をまちがえると，最悪の場合，「部品の配置からやり直し」となってしまう恐れがあるので注意が必要です．

● 仕様書を正確に理解，検図前にはかならずチェック

ボード設計を始めるにあたって，部品実装の制限や配線パターン，基本的な電気的制約，テスト・ランド（パッド）の仕様など，基板設計における共通事項が記載されている「設計基準書（仕様書）」と，該当機種に固有の配置・配線の詳細な仕様や指示項目を記した「ボード仕様書」が必要になります．とくに個別仕様や回路設計者からの指示項目については，依頼時に回路設計者から説明を受けて，正確に理解しておく必要があります．

この個別仕様と指示項目については，回路設計者に検図（確認）を依頼する前にかならずチェックし，もれやまちがいがないことを確認します．確認しないで検図を依頼すると，信頼を失うことになります．

ボードの製造仕様もあらかじめ理解しておき，製造しやすい設計にする必要があります，もちろん，コストも考慮する必要があるので，ビア径（ランド径，穴径）や層数，層構成を含めた提案が重要になります．回路設計者に指示された構成では実現が難しいと予想される場合には，その理由を明確にするとともに，解決案を提示するようにしましょう．

● CAD操作は先輩の指導を仰ぐ

ボード設計は専用のCADを使って行います．CADの機能を理解したうえでの操作方法の知識，およびCADを動作させるパソコン関連の知識も，最低限必要となります．

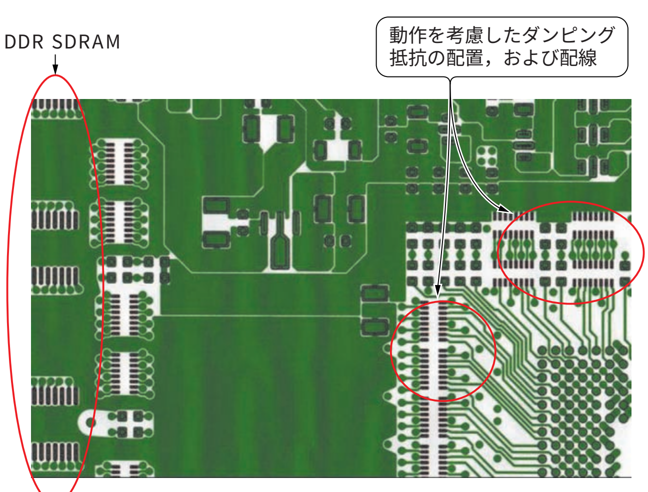
とくにCADの機能や操作方法の習得については，マニュアルを読むだけでもかなりの時間がかかります．身近な先輩の指導を仰ぎながら（実際は盗むつもりで）会得する方法が近道になります．先輩は，マニュアルには載っていない“ 裏技 ”なども知っているものです．

4 ボード設計者を取り巻く状況

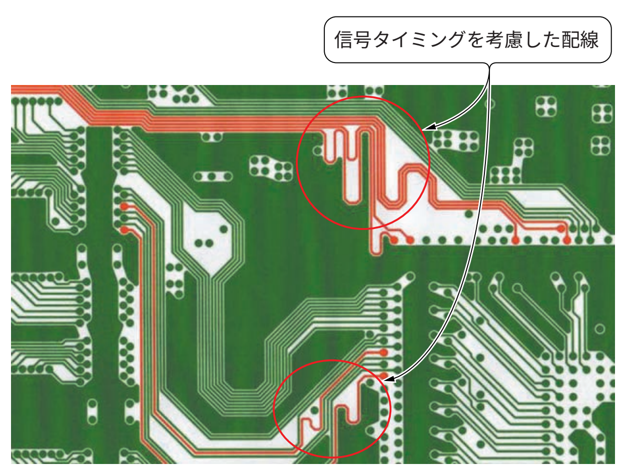
ボード設計について，単に回路図に従って部品を配置し，配線パターンを描き，接続すればよい時代は終わったと思います．現在はコストや環境問題，新しい市場の要求につねにこたえていくことが求められています．ボード設計者として認識しておかなければならないと筆者が考える項目の一部を，以下に示します．

● 技術力で勝負しないと生き残れない

日本の技術者は，中国や東南アジアの技術者と比べると，



（a）部品実装面



（b）信号配線（内層）

図12　DDR SDRAMの配線例

DDR（double data rate）SDRAMは，クロック信号の立ち上がりと立ち下がりの両エッジでデータの書き込みを行い，通常のSDRAMの2倍の速度が得られる．タイミング・マージンが少なくなるので，データ・バスなどの等長配線やダンピング抵抗の挿入といったルールを守る必要がある．

人件費の面でコスト高となります．そのため，技術力を磨くことにより，開発のトータル・コストを抑えることが求められます．とくに，最近では基板特性やノイズに関係する回路の知識は必須です．

高速信号回路やシリアル伝送回路の基板を設計するためには，インピーダンス整合や信号伝達時間，適切な配線，ノイズ対策部品の最適な配置方法などを理解していることが必要です（図12～図14）．高速信号回路の登場とともに，シミュレーションの要求も高まっています．つねに新しい技術を積極的に勉強しておくようにしましょう．

車載用電子機器は，自動車内部の電子制御範囲の拡大や環境問題への対応により，ますますプリント基板の需要を拡大させる有望な市場です．人命に直結する機器であるため，かつては十分に成熟した技術だけを使って開発が進められる傾向にありましたが，最近はそうでもありません．ボードの配線は細くなってきているものの，「不良ゼロ」を達成するための制約事項は多く，それほど実装密度が高いとは言えません．ボードの種類は両面基板や貫通多層基板（一部はIVH多層基板）が主で，最近になってようやくビルドアップ基板が採用されるようになりました．

●「提案できるボード設計者」になろう

良い製品を短期間で実現するためには，問題意識をつねに持ち，回路設計者に有効な手法や解決策を提案して，一味違うボード設計であることをアピールしましょう．BGA（ball grid array）やCSP（chip scale package）などのLSIパッケージが登場し，多ピン化，狭ピッチ化が進む中で，適切なボード構成の提案やパターン引き出しの提案はボード設計者が得意とする領域の一つです．

また，設計する商品についての情報収集に努め，打ち合わせのときに商品について自分から話題にするようにしましょう．こちらから質問することによって，「興味を持っている」と感じてもらえ，依頼者に安心感を与えることができます．研究のつもりで，ときどき街の電気店に足を運ぶことをお勧めします．

● 環境問題がしごとに直結

最近のボード設計は，環境問題を無視できません．EU（欧州連合）におけるWEEE指令（使用済み電気・電子機器に関する指令）やRoHS指令（有害物質の使用制限に関する指令），ELV2000/53/EC指令（使用済み自動車に関する指令）の発効をにらんで，ハロゲン・フリーの基材やソルダ・レジストが開発されています．しかし，素材の加工性が悪く，製造仕様が厳しくなる（スペック・ダウンする）傾向にあります．

はんだ付けについては，鉛フリー対応がかなり進んでいます．ただし，鉛フリーになるとはんだぬれ性が低下する（金属パターンの上にはんだが均一に広がらない）ので，部品パッドの寸法を大きくする必要があります．

● トラブルの原因の大半は人為的なケアレス・ミス

最後に，ボード設計の初心者が犯しやすいミスについて

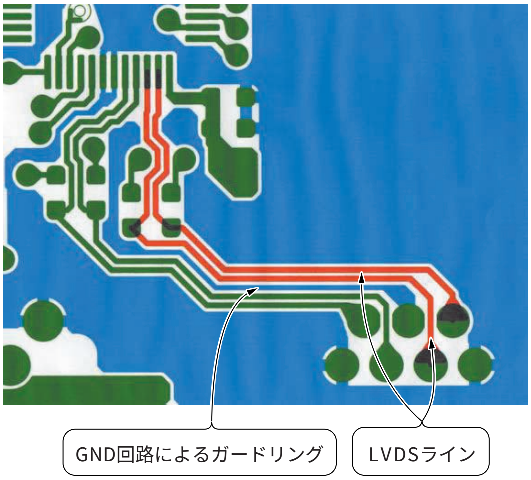


図13　LVDSラインの例
LVDS（low voltage differential signaling）回路では，配線の特性インピーダンスの整合，等長配線，ノイズ低減のためのGND（グラウンド）回路によるガードリングが必要になる．

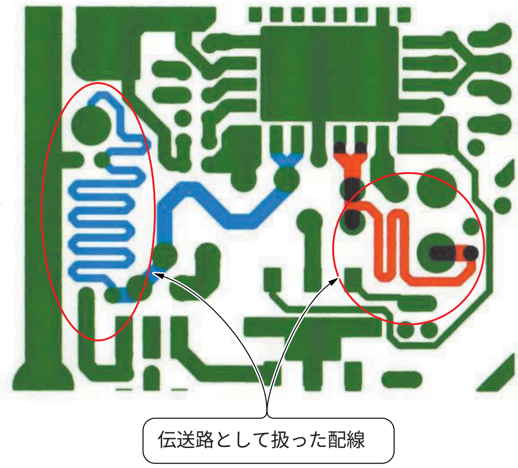


図14　高周波回路の例
携帯電話や無線LANなどの送受信回路の配線はシステムの性能を左右するので，伝送路として扱う必要がある．

紹介します．原因は勘違いや資料の確認ミス，チェックもれなど，人為的なケアレス・ミスがほとんどです．

筆者が実際に経験したミスの例を以下に挙げます．あらゆる検証作業に当てはまることなのですが，設計担当者自身が確認すると，かならず「思い込み」が入ります．第3者がチェックしないとミスを発見できないことがよくあります．

1）資料に関するミス

- 回路図が不鮮明なのに，回路設計者に確認しないで作業を進めてしまった．
- 寸法が不明確なのに，自分でかってに判断してしまった．
- ボードの外形と部品資料の基準面が異なっていた．
- 部品基準点とボード上の配置基準点が違っていた．あるいは角度が異なっていた．
- 寸法公差を考慮していなかった．
- 回路設計者から申し送りがあった注意事項についての理解が不十分だった．
- 設計/製造仕様の理解が不十分だった．
- 設計終了後のボード製造資料である作画，穴加工，穴図，寸法図などに不備があった．

2）CADデータ作成時のミス

- CAD運用基準についての理解が不足しており，正しい設計データを作成できなかった．
- ボード外形の設定時に基準面をまちがえ，裏から見た状態で作成してしまった．
- 寸法線の入力基準点をまちがえ，入力もれがあり，正しいボード外形を作成できなかった．
- 配線禁止，配置禁止，高さ制限を入力し忘れた．
- 部品ライブラリ登録時の原点や角度，基準面の設定をまちがえた．
- DRC（設計ルール・チェック）機能を無視して設計し，事後の確認を忘れた．
- 接地回路の1点，接続箇所の確認を怠った．
- 途中で設計変更があったのに，最終的なネットや部品のDRCおよび目視チェックを行わなかった．
- 承認後，データの確認をするつもりでデータを開いたのに，そのデータを編集してしまい，不ぐあいが発生した．
- 集合基板の機種名の変更を忘れた．
- ボード製造データを作成するとき，パラメータの確認を怠ってしまい，古いバージョンの設計データをもとにして作成してしまった．
- ボード製造データの確認を怠り，製造に必要なデータがそろっていなかった．
- DRCのパラメータをまちがえた．
- DRCでチェックできない項目について，目視チェックもれがあった．

● 問題意識を持ち続け，提案を通じて解決策を見いだそう

電子機器の製造拠点は，続々と中国や東南アジアへ移っています．これにともない，コスト低減を主目的として，ボード設計の拠点を現地へ移す動きがあります．

その一方で，情報家電や高機能携帯電話など，日系メーカの製品には日本人の“こまやかさ”と“こだわり”が盛り込まれており，世界中で人気があります．これを実現しているのが，日本が得意とする高密度実装基板の技術です．すなわち，新しい情報と技術をきちんと身に付けていれば，最先端のボード設計者として，日本で必要とされ続けるということです[注]．さらに重要なことは，しごとに対する問題意識を持ち，提案を通じて解決策を見いだす力を身に付けることだと思います．

ボード設計をこれから始める方，初心者の方への応援の意味も含めて，本稿がみなさんのしごとの一助となれば幸いです．

注：プリント基板設計には，「プリント配線板設計作業」という技能検定制度（国家検定）がある．1級，2級，3級にクラス分けされている．個人としても，企業・団体としても申し込むことができる（個人の受検申請はWeb経由で行える）．詳しくは，中央職業能力開発協会（JAVADA）のホームページ（http://www.javada.or.jp/）を参照．

しまだ・しげはる
（株）シイエムケイ回路設計センター

<筆者プロフィール>
嶋田茂晴．1980年，中央名板工業（現 日本シイエムケイ）入社．製造管理，NC（numerical control；数値制御）加工業務を経て，ボード設計業務に携わり，設計用CADの立ち上げと実務に従事．現在，シイエムケイ回路設計センター 設計第3グループにて，設計業務管理に従事．エレクトロニクス実装学会 実装設計技術委員会委員，JEITA EDA標準化ワーキング・グループ・メンバ．